

和歌山県白浜産クロメの成長・成熟と形態の季節的变化

筒井 功・大野正夫

高地大学海洋生物教育研究センター (781-11 高知県土佐市宇佐町尻194)

Tsutsui, I. and Ohno, M. 1992. Growth, maturation and seasonal changes in morphological characteristics of *Ecklonia kurome* at Shirahama, Wakayama Prefecture. Jpn. J. Phycol. 40: 41–48.

A study on the growth, maturation and seasonal changes in morphological characteristics of *Ecklonia kurome* was carried out at Shirahama, the type locality, from April 1990 to January 1991. In this locality, plants grow on the rocks at 3–6 m depth.

Plants attained maximum length (mean 77.6 cm) in spring and minimum length (mean 48.9 cm) in autumn. Formation of zoosporangial sori began in spring and about 70% of individuals formed sori in autumn.

Thickness of central lamina became maximum (mean 3.9 mm) in winter. Primary pinnae were lanceolate in spring, summer and winter. Many secondary pinnae were observed in winter. Primary pinnae were more or less rugose in spring and summer, but not in autumn. On the other hand, primary pinnae without rugae were observed on upper part of the plants in winter. On marginal portion of primary pinnae, sharp serration, blunt serration and double serration were observed in all seasons.

Key Index Words: *Ecklonia kurome*—growth—Laminariales—maturation—morphological characteristics—Phaeophyta.

Isao Tsutsui and Masao Ohno, Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa-cho Tosa, Kochi, 781-11 Japan

クロメ *Ecklonia kurome* は中央葉中央部が薄く、側葉にしわが形成され、老成体の茎中央部が実質であることから、カジメ *E. cava* と区別して記載された(岡村 1927)。その後、岡村(1936)はクロメの基本種の他に3品種を記載した。本種はさまざまな形態の11枚の標本を基に種が設立され(吉田・寺脇 1990)、このことから、クロメは種が記載された時点で、すでに形態変異の幅が広い種であると認識されていた。

近年、海中林の重要性が指摘されるようになり、藻場造成の立場からアラメ・カジメ類の生理的・生態的研究が数多く行なわれるようになった。ところが山口県の日本海沿岸において藻体の上半分のみしわがあるカジメ類の生育(松井ら1981)や、土佐湾での小型でしわが不明瞭なカジメ類の生育(大野・石川 1982)などが報告され、カジメとクロメの区別の困難な場合があることが指摘されている。そこで、吉田・寺脇(1990)はクロメの基準となる選定基準標本を指定した。しかし、クロメの形態に関する報告は少なく、十分に整理されていない。地域によるさまざまな形態を比較し、その変異の範囲を明らかにするためには、同一海域におけるクロメの季節的形態変異を明確にする

必要がある。筆者らはクロメの形態変異に関する基本的知見を得るため、クロメの選定基準標本が採集された和歌山県白浜町地先で、形態の季節的变化に関する調査を行なった。また、それらに影響を与えると考えられる成長および成熟に関しても観察した。

材料と方法

吉田・寺脇(1990)によれば、クロメの選定基準標本が採集されたのは、和歌山県白浜町瀬戸鉛山(せとかなやま)である。1990年4月18日に瀬戸鉛山地先の海域を潜水調査した結果、クロメの生育はみられなかった。このため、調査は近くの田辺湾湾口部(京都大学瀬戸臨海実験所地先)に生育するクロメ群落で行なった(Fig. 1)。クロメは離岸距離約70~100 m、水深3~6 mの砂地の中にある転石および岩上に生育していた。特に水深4~5 mに密生した群落を形成していた。

調査は1990年4月から1991年1月にかけて各季節に1回ずつ、すなわち1990年4月20日(春季)、1990年7月30日(夏季)、1990年10月31日(秋季)、1990年1

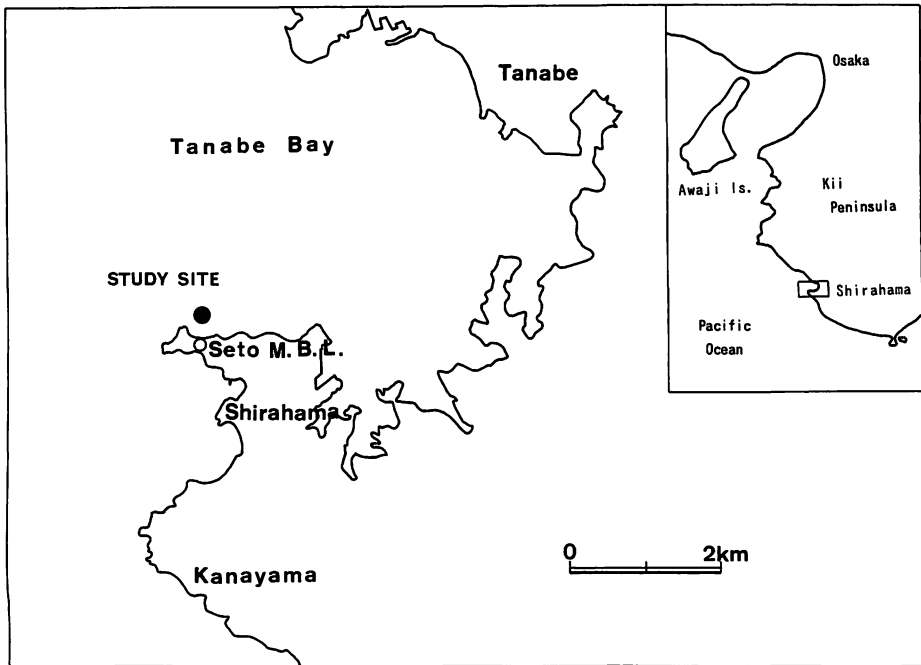


Fig. 1. Map showing study site on *E. kurome* at Shirahama, Kii Peninsula.

月22日 (冬季) の計4回行なった。採集時にはクロメ群落を広く観察した後、3年令以上の茎が太く長く、中央葉および側葉が長い大型のクロメを約25個体採集した。採集したクロメは実験室に持ち帰り、形の整ったもの20個体を選び測定に使用した。厚さはノギスを使用し0.1 mm 単位まで測定した。

カジメ類において、藻体各部の名称は研究者によってさまざまな用語が使用されている。そして、その見

解が統一されていないのが現状である。本研究では、藻体各部位の名称は従来からカジメ類に関する多くの報告に使用された名称を用いた (Fig. 2)。

茎径：付着器直上部の直径

茎長：付着器直上部から茎葉移行部までの長さ

体長：付着器直上部から側葉を絞った先端までの藻体最長の長さ

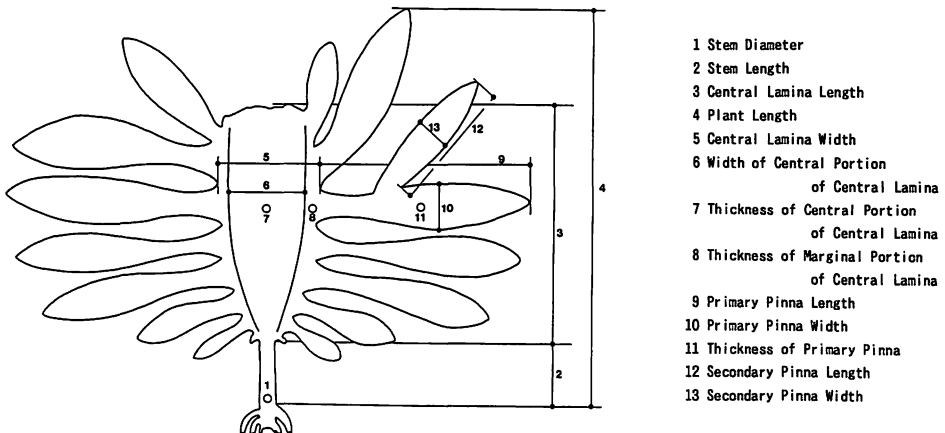


Fig. 2. Diagrammatic illustration of measured parts for morphological study on *E. kurome*.

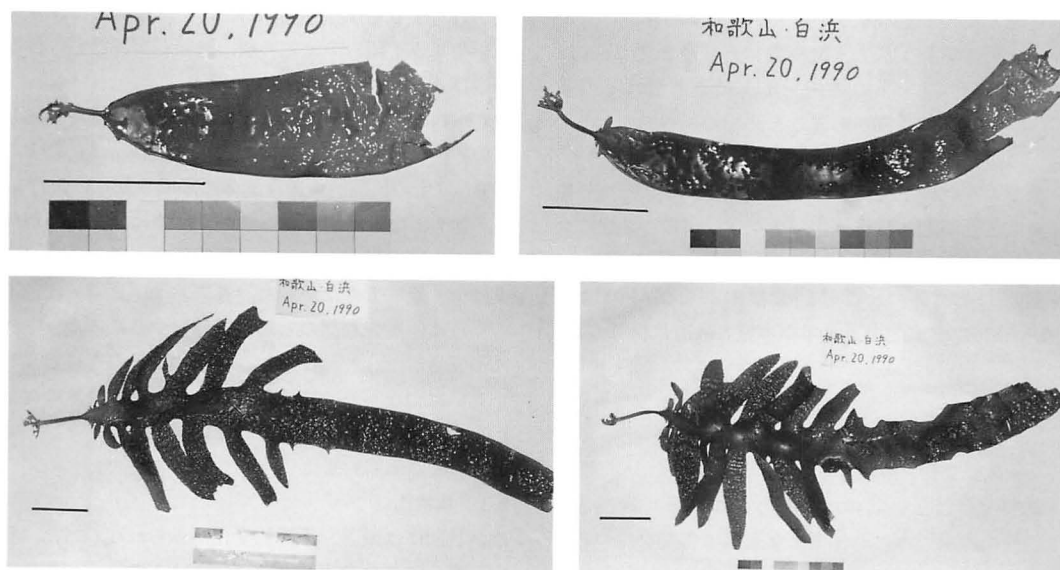


Fig. 3. Changes of young plants of *E. kurome* collected on April 20, 1990. All the scales represent 10 cm.

中央葉長：茎葉移行部から中央葉先端部までの長さ

中央葉幅：最大1次側葉の基部から対称に位置する側葉の基部までの長さ

中央部の中央葉幅：中央葉幅のうち、中央部の比較的厚い部分の幅

中央部の中央葉厚：茎葉移行部より10 cm以上離れた中央葉中央部の厚さ

れた中央葉中央部の厚さ

縁辺部の中央葉幅：中央葉縁辺部の厚さ

最大1次側葉長：中央葉から出る側葉を1次側葉とし、最も長い1次側葉（最大1次側葉）の基部から先端部の長さ

最大1次側葉幅：最大1次側葉の最も広い幅

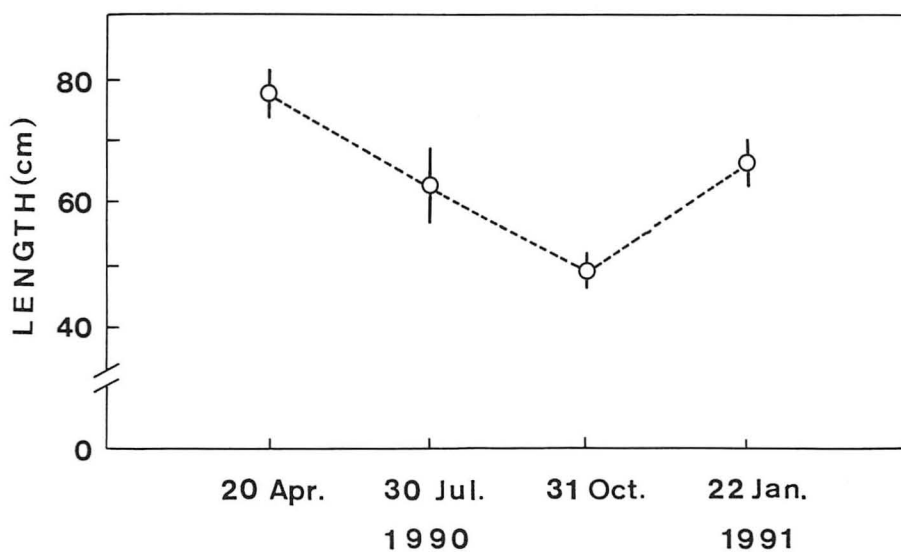


Fig. 4. Seasonal changes in mean plant length with 95% confidence limits in *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama.

最大1次側葉の厚さ：最大1次側葉の厚さ

2次側葉長：最大1次側葉に形成される2 cm以上の突起を2次側葉とし、その基部から先端部までの長さ

2次側葉幅：2次側葉の幅

側葉の形に関しては、川嶋 (1987) が国際植物分類学会により制定されたチャートをコンブ類の葉形に合うように改変しているので、それに従った。

測定した個体の一部は腊葉標本にし (SAP054742, SAP054761~3)、北海道大学標本室 (SAP) に保管した。

結 果

1. 藻体の成長と成熟

側葉を持たない幼体は冬季と春季に多く観察された。特に春季では、幼体や1年未満で側葉を持つ若い個体など、さまざまな成長段階のクロメがみられた (Fig. 3)。側葉は体長が20 cm以上の個体に形成されていた。

成体の体長は春季に最も大きくなり平均77.6 cmで最大個体は約91 cmに達した (Fig. 4, 5)。秋季には体

長が最も小さくなり平均48.9 cmで、藻体上にはコケムシやゴカイ類、アオノリ類、無節石灰藻などの付着が観察された。

春季において、子のう斑形成率 (子のう斑を形成している個体数の採集25個体に対する割合) は15%で、80 cm以上の比較的大きな個体に形成されていた (Fig. 6)。夏季になると50%の個体が、秋季には70%の個体が子のう斑を形成していた。冬季では、子のう斑の形成は全く観察できなかった。春季および夏季では、子のう斑は側葉先端部のしわの凹部を中心にスポット状に形成された。これに対し、秋季では子のう斑どうしが互いにつながり、斑紋状を呈した。形成位置は側葉から中央葉にまで広がっていた。

2. 形態の季節的変化

2-1 茎状部

茎状部には顕著な季節的変化がみられなかった。測定した全80個体の平均径は1.28 cmで、平均茎長は17.0 cmであった (Table 1)。茎の横断面は付着器直上部および中央部・上部いずれにおいても実質であった。

2-2 中央葉

中央葉は周年にわたり中央部と縁辺部に明瞭に区別

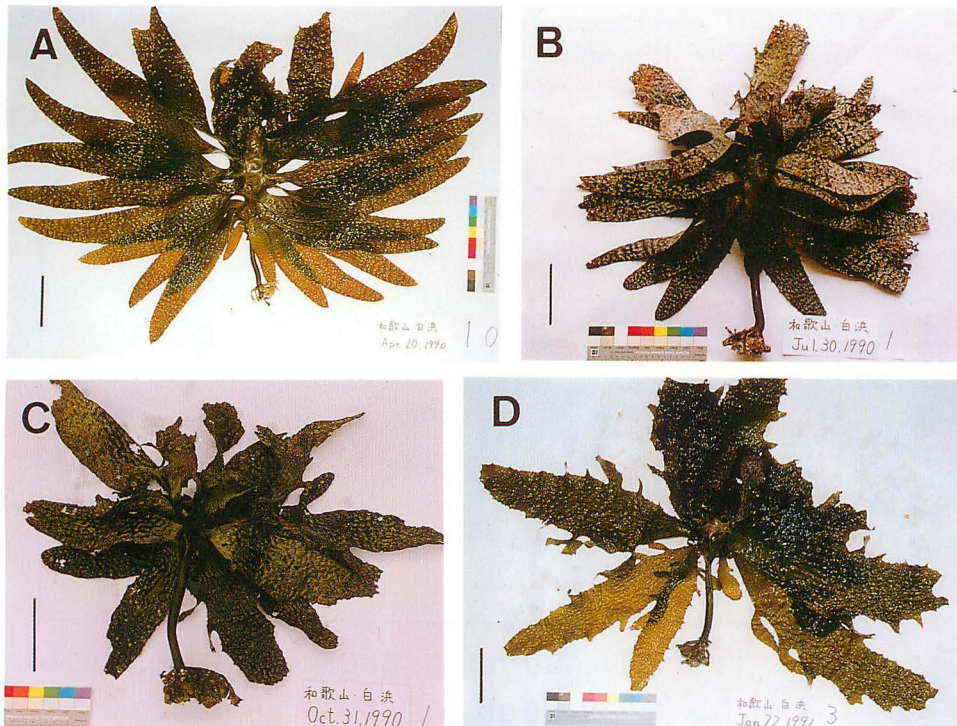


Fig. 5. Body shape of *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama. A, spring; B, summer; C, autumn; D, winter. All the scales represent 10 cm.

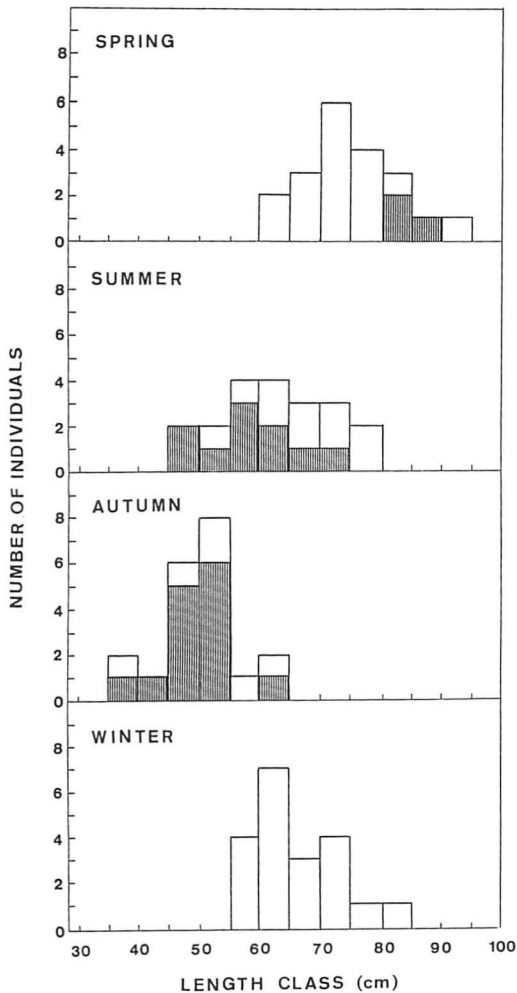


Fig. 6. Reproductive periodicity of *E. kurome* based on numbers of mature plants from April 1990 to January 1991 at Shirahama. ■, plants with sorus; □, plants without sorus.

できた。中央部は中央葉幅の40%~50%を占める細長い平面を呈した。

中央葉長は藻体の先枯れ現象のため季節的变化がみられ、夏季に最大となり平均21.2 cm、冬季に最小の平均8.5 cmとなった。一方、中央葉幅には周年に

Table 1. Stem size of *E. kurome* collected at Shirahama from April 1990 to January 1991.

	Maximum	Minimum	Mean	S.E.*
Length	35.5	10.2	17.03	0.483
Diameter	1.54	1.04	1.28	0.015

* Standard error

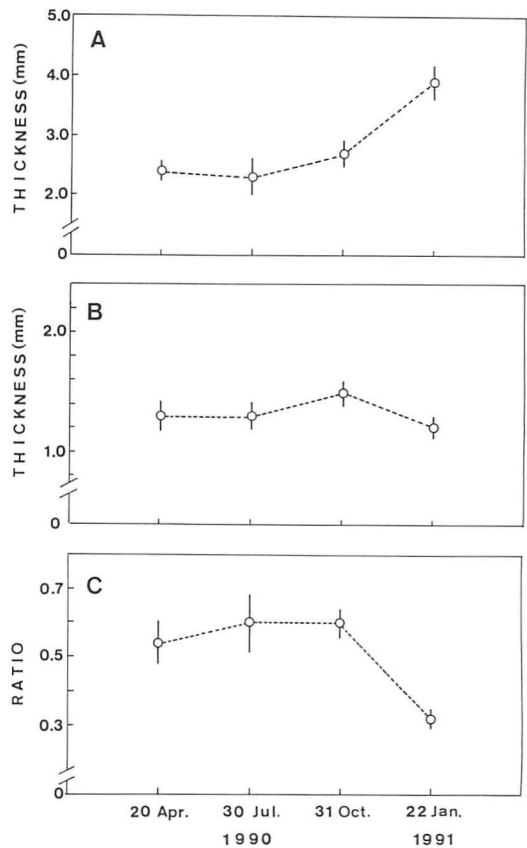


Fig. 7. Seasonal changes in mean thickness of central portion (A) and marginal portion (B), and ratio of those of central laminae (C) with 95% confidence limits in *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama.

わたって顕著な差がみられず、10 cm から12 cm の範囲で变化した。

中央部の中央葉厚は春季および夏季で、平均2.4 mm となり、秋季では平均2.7 mm、冬季では厚く平均3.9 mm であった (Fig. 7)。これに対し、縁辺部の中央葉厚は季節的な変化が顕著ではなかった。縁辺部の中央葉厚の中央部の中央葉厚に対する割合は、春季および夏季・秋季では約0.6であったのに対し、冬季では約0.3となりその差が大きくなった。

2-3 側葉

春季において、最大1次側葉は中央葉の中部から上部にかけて形成された。最大1次側葉長の平均は42.7 cm、最大1次側葉幅の平均は9.4 cmで、年間を通じて最も大きくなった (Fig. 8)。葉形は披針形を呈した (Fig. 9)。最大1次側葉厚は0.4 mm で比較的薄く、葉質はしなやかであった。一方、中央葉の成長部

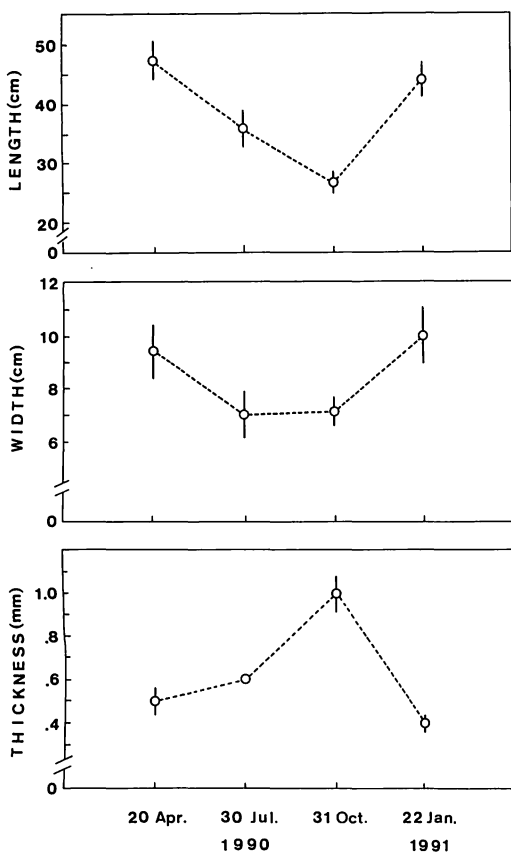


Fig. 8. Seasonal changes in mean length, width and thickness of primary pinnae with 95% confidence limits in *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama.

付近に形成される新葉は非常に細い長楕円形あるいは線形で、櫛歯状側葉も観察された。夏季では、中央葉上部の側葉に先枯れがみられるようになったため、中央葉中部に形成される先枯れない側葉が最大1次側葉となった。最大1次側葉長および幅は共に減少し、それぞれ平均35.8 cm および7.0 cm であった。葉形は披針形を呈した。中央葉下部の成長部付近に形成される側葉が楕円形を呈し、櫛歯状側葉が観察されなかった点で春季とは異なっていた。秋季には、最大1次側葉は中央葉上部に形成された。側葉先端部には先枯れ現象が観察され、最大1次側葉長は平均26.6 cm まで減少し年間最小となった。しかし、幅は夏季と変化がなかった。このため、幅の長さに対する割合は増加し、結果として葉形は楕円形を呈した。秋季の最大1次側葉厚は平均0.6 mm で春季および夏季より厚くなり、葉質は硬くなった。中央葉中部には先枯れない

小型の披針形を呈する側葉がみられた。中央葉下部の成長部付近に形成される側葉は夏季と同様楕円形で櫛歯状側葉も観察されなかった。冬季における最大1次側葉長は平均44.0 cm、最大1次側葉幅は平均10.0 cm で、葉形は披針形を呈し春季の側葉と類似していた。しかし、最大1次側葉が中央葉中部に形成されること、ならびに葉縁がやや波状を呈する点で春季とは異なっていた。成長部付近には春季と同じく線形および櫛歯状の側葉が観察された。

第二次側葉は春季および夏季・秋季では約50%の個体にみられたのに対し、冬季に多く観察され約90%の個体が第二次側葉を形成した。

側葉の葉縁は全縁あるいは鋸歯を有し、鋸歯は鋭頭および鈍頭・重鋸歯などさまざまな形態がみられた (Fig. 10)。同一個体内でも異なる形態の鋸歯をもち、形成される位置や季節には統一性がなかった。

2-4 しわ

中央葉中央部にはしわが形成されることはなく、縁辺部ではその上部に粗いしわが周年にわたり観察された。側葉では、春季および夏季では明瞭で密なしわが観察されたのに対し (Fig. 11)、秋季ではしわとしわの幅が広くなりやや不明瞭になった。さらに、冬季ではしわの全くない側葉が上部に形成された。しかし、周年にわたりしわが藻体からすべてなくなることはなかった。

考 察

吉田・寺脇 (1990) によって指定された選定基準標本 SAP Herb. Okamura は、1911年7月に岡村により採集されたものである。この標本の形態は本研究で対象とした成体 (3年以上の個体) とは中央葉が比較的細く長いなどの点で異なり、むしろ春季に観察された若い個体 (Fig. 3D) と類似している。調査海域のクロメ群落内には、選定基準標本と類似した形態の成体は生育していなかったことや採集された季節などから、選定基準標本は1年未満の若い個体で先枯れ現象がやや進行した状態ではないかと推察された。

白浜産クロメにおいて、体長は春季に最大となり、秋季に最小となった。この結果は長崎県産クロメ (西川・吉田1978) および千葉県館山産クロメ (寺脇・川崎1990) の季節的変化とほぼ一致した。子のう斑の形成時期は春季から秋季であったが、夏季から秋季にかけて子のう斑を形成する館山産クロメと比較すると、成熟期間が長かった。

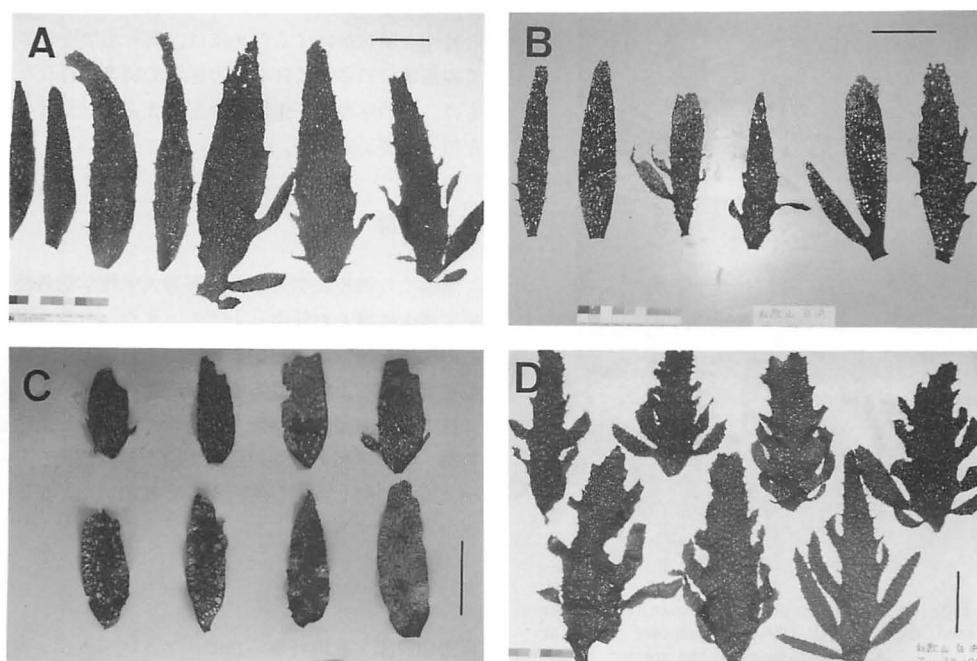


Fig. 9. Primary pinnae of *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama. A, spring; B, summer; C, autumn; D, winter. All the scales represent 10 cm.

中央葉厚はカジメとクロメを識別する上で区別点の1つとなっている。カジメの中央葉は厚く3~5 mmであるのに対し、クロメでは2~3 mmで比較的薄く、さらに中央部と縁辺部の厚さの差がほとんどないことが報告されている(岡村1936)。白浜産クロメでは中央部の中央葉厚には季節的变化がみられ、春季から秋季にかけては従来の報告と一致したが、冬季には約

4 mmまで肥厚し、カジメと同程度まで厚くなった。また、周年にわたり中央部と縁辺部の厚さには差がみられた。一般にコンブ類では、伸長停滞期に身入れ現象が起ることが知られているが、白浜産クロメでは、中央葉で伸長期にあたる冬季に、側葉では伸長停滞期にあたる秋季に厚さが最も厚くなり、藻体の部位によって肥厚期が異なることが明らかとなった。

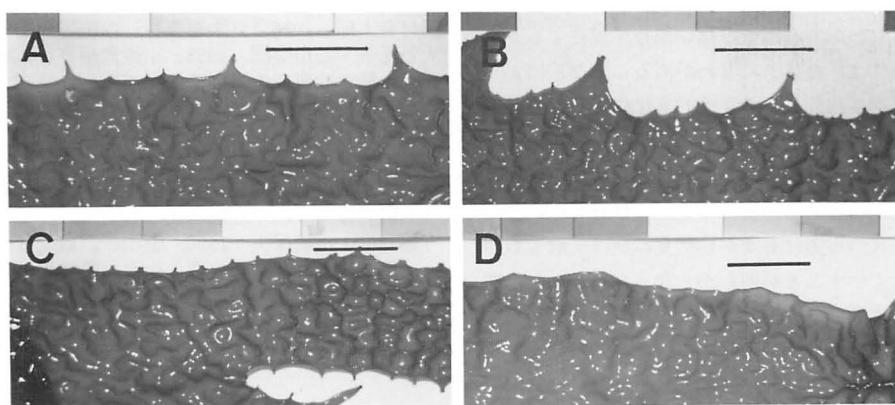


Fig. 10. Marginal portion of primary pinnae in *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama. A, sharp serration; B, double serration; C, blunt serration; D, entire. All the scales represent 2.5 cm.

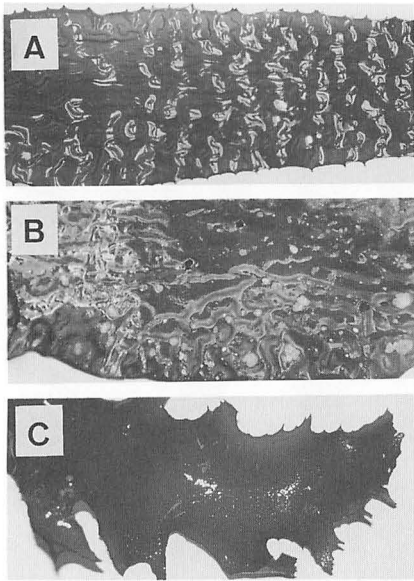


Fig. 11. Ruga on primary pinnae of *E. kurome* collected from April 1990 to January 1991 at Shirahama. A, distinct ruga in the spring; B, indistinct ruga in the autumn; C, no ruga in the winter.

クロメのしわの形状や程度に関しては、地域により差があることが知られている(松井ら1981;大野・石川1982)。また、寺脇・後藤(1988)は小田和湾産アラメのしわの強弱が季節的に変化し、秋季にしわのない側葉が観察されたと報告している。白浜産クロメにおいても、側葉に形成されるしわの状態が季節的に変化した。冬季の新旧葉の境に形成される側葉にしわがないことから、新生が再開された直後の急激な伸長の結果ではないかと推察された。また、従来知られていた藻体上にしわがある部分とない部分が混在するカジメ類については、藻体上にしわがあることなどによりクロメと同定され、しわの季節的な変化によるものと思われた。

本研究では、クロメ群落内の一般的な形態の成体に関して、その季節的な形態変化について検討した。その結果、クロメの形態は春季から初夏にかけて最も形態的特徴をよく示すことが明らかとなった。しかし、カジメ類では水深の深い所では茎長が比較的長くなるなど生育環境により形態が変化することが知られており(喜田・前川1982, 1983; 大野・石川1982), 白浜産ク

ロメでもその傾向がみられた。今後、クロメのもつ種々の特性を明らかにするためには、同一海域ならびに多くの海域でのさらに詳しい形態学的調査を行なうとともに、生態学および生理学などさまざまな分野の情報を得る必要がある。

謝 辞

本論文の御校閲を賜った北海道大学理学部教授吉田忠生博士に厚くお礼申し上げる。また、有益な御助言と御配慮を頂いた南紀生物同好会会長山本虎夫氏、有益な御助言を頂いた電力中央研究所寺脇利信氏ならびに株式会社海藻研究所新井章吾氏に深謝申し上げる。京都大学理学部附属瀬戸臨海実験所の教職員の方々には、採集に際し多大な便宜を与えて頂いた。記して感謝の意を表する。

文 献

- 喜田和四郎・前川行幸 1982. アラメ・カジメ群落に関する生態学的研究-I. 志摩半島御座岬周辺における群落の分布と構造. 三重大・水産実験所研報 3: 41-54.
- 喜田和四郎・前川行幸 1983. アラメ・カジメ群落に関する生態学的研究-II. 熊野灘沿岸各地における群落の分布と構造. 三重大・水産実験所研報 10: 57-69.
- 川嶋昭二 1987. 日本産コンブ類の分類と分布(6). 海洋と生物 9: 190-193.
- 松井敏夫・大貝政治・大内俊彦・角田信孝・中村達夫 1981. 山口県日本海沿岸中部域における海藻群落. 水産大学校研究報告 32: 91-113.
- 西川 博・吉田範秋 1978. 人口採苗クロメ・アラメの生長と養成について. 水産増殖 26: 6-15.
- 岡村金太郎 1927. 日本藻類図譜. 5: 135-157.
- 岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.
- 大野正夫・石川美樹 1982. 土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究 I. 群落の周年変化. 高知大・海洋生物研報 4: 59-73.
- 寺脇利信・後藤 弘 1988. 海中林造成に関する基礎的検討 第1報 三浦半島小田和湾におけるアラメ葉部の季節的な変化と根の生長. 電力中央研究所研究報告: U87056 1-23.
- 寺脇利信・川崎保夫 1990. 海中砂漠緑化技術の開発 第3報 クロメの生長と生育制限要因. 電力中央研究所研究報告: U90044 1-23.
- 吉田忠生・寺脇利信 1990. 褐藻クロメのタイプ標本. 藻類 38: 187-188.